

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

A rede da ciência da rede: notas sobre o objeto e sobre os materiais

Fabiano Galletti Faleiros

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.17832>

Submetido em: 2026-09-03

Postado em: 2026-09-03 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A REDE DA CIÊNCIA DA REDE: NOTAS SOBRE O OBJETO E SOBRE OS MATERIAIS.

FABIANO GALLETTI FALEIROS.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3553-0808>

f116732@dac.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, SP, Brasil.

RESUMO: Este trabalho é um exercício que propõe testar hipóteses de pesquisa. Trata-se da primeira apresentação aos pares dos argumentos constitutivos de minha tese doutoral, atualmente em elaboração, sobre o processo de naturalização de pressupostos sociais pelos modelos de rede da ciência da rede. Ele é, assim, o registro do processo de confecção de uma pesquisa sociológica, aterrada no campo dos Estudos Sociais da Ciência, que reflete sobre o fazer científico de um cientista que investiga o fazer científico de outros cientistas. Composto por quatro sessões, o texto discute importantes pilares de uma pesquisa científica: problema, objeto, materiais e métodos. Na primeira sessão, exponho o processo de criação da pergunta de pesquisa a partir da intuição de um problema sociológico. A segunda sessão revela as tentativas de encontrar, delimitar e recortar um objeto sociológico. A terceira sessão discute as maneiras e soluções encontradas para evidenciar, a partir dos materiais empíricos, o melhor enquadramento do objeto. Por fim, na quarta sessão, reflito sobre a inerente subjetividade presente na construção de uma pesquisa científica a partir das escolhas metodológicas e da postura do cientista diante de seus “objetos”. Mais do que apresentar conclusões, o texto busca elaborar reflexivamente a agônica tarefa de transformar a realidade social em “coisa”, apontando as diversas contradições enfrentadas pelo pesquisador ao longo de seu percurso de pesquisa.

Palavras-chave: ciência, rede, sociologia da ciência, fazer científico, metodologia.

THE NETWORK OF NETWORK SCIENCE: NOTES ON OBJECT AND MATERIALS.

ABSTRACT: This work is an exercise to test my research hypotheses. It represents the first public presentation of the arguments of my doctoral dissertation on the process of naturalization of social values by network models of Network Science, currently in preparation. It is a record of the crafting work involved in sociological research, grounded in the field of Social Studies of Science, that reflect about the scientific practice of a social scientist who investigate the scientific practice of other scientists. Composed of four sections, the text discusses general keywords of scientific research: problem, object, materials, and methods. In the first section, I present the formulation of questions from the intuition of a sociological problem. The second section reveals the attempts to find, delimit, and define a sociological object. The third section discusses the approaches and solutions found to demonstrate, based on empirical materials, the best framework for the object. Finally, in the fourth section, I reflect on the inherent subjectivity present in constructing scientific research through methodological choices and the scientific attitude of a scientist toward his "objects." Rather than presenting conclusions, the text seeks to reflexively elaborate on the agonizing task of transforming social reality into a "thing," highlighting the various contradictions faced by the researcher throughout their research journey.

Keywords: science, network, sociology of science, scientific practice, methodology.

INTRODUÇÃO

Ao ouvir a palavra ciência, que imagem lhe vem à mente? Na minha, aparecem homens de jaleco branco, segurando tubos de ensaio na mão e, ao fundo, ladeado por microscópios em uma bancada, vê-se um quadro negro com números e letras formando equações e gráficos tão indecifráveis, aos olhos leigos, quanto grego antigo. Essa imagem, criada e reproduzida *ad nauseam* pelos jornais, livros e filme é um clichê e, talvez por isso, seja para mim e para parte do público geral, a representação idealizada do fazer científico. Todavia, enquanto o senso comum vê a ciência como prática afastada do cotidiano, protegida de seus perigos e de suas contaminações pelas redomas do laboratório; ele, o senso comum, atribui a seu operador, o cientista, a rubrica contraditória do gênio criativo disposto a violar limites para fazer valer sua verdade. Não é incomum, pelo menos desde Mary Shelly e seu Dr. Victor Frankenstein, identificarmos o cientista como uma pessoa que desafia, ou não se adequa, às regras sociais. Quantos vilões da ficção, aliás, não são evocados a partir do título honorífico de *doutor*: Dr. Octopus, Dr. Strangelove, Dr. Monreau, Dr. Hannibal Lecter. Trata-se, geralmente, de alguém excepcional, porém rebelde; um pária, com cabelos longos e emaranhados, mostrando a língua – num misto de desprezo, zombaria e loucura.

Se, por um lado, a ciência é imaginada como portadora da esperança de novas descobertas que podem tornar a vida mais confortável, saudável e feliz; por outro, o cientista é tratado como alguém no limiar da hùbris. Ao manipular, por meio de seus aparelhos e ferramentas, as forças da natureza e dominá-las, os cientistas são sentenciados a não falarem por si. Condenados ao degredo em sua torre de marfim, eles devem se ater exclusivamente aos seus objetos e ficar longe das comezinhos disputas do cotidiano, da política, da vida social. Enquanto operadores da ciência, devem se circunscrever aos limites do laboratório e se pronunciar apenas quando são chamados, de forma desinteressada. Eles devem conter o seu desejo e abdicar a sua vontade de poder para serem aceitos pela sociedade. Um bom cientista é aquele, que ao vestir seu guarda-pó, anula-se como sujeito, esquece-se de seus valores e vive em função de seus experimentos. Ele não deve se importar se falta verba em seu laboratório, se os governantes de seu país proferem discursos anticientíficos, se seu time perdeu no futebol ou se sofre dores de amor. Para ser levado a sério e não ser tratado como um potencial subversivo, o cientista deve conter-se a seu papel de agente neutro, técnico e desinteressado – alguém que flana pelo mundo, social ou natural.

Tais imagens da ciência e do cientista, consagradas pelo imaginário ocidental, são, todavia, uma ficção. Nenhum ser humano é uma ilha, já diria o poeta, nem a ciência é uma dádiva dos céus revelada aos homens em tábulas rasas. A ciência é, sobretudo, uma prática social localizada na história humana recente e produzida – até poucas décadas atrás, de forma exclusiva – por homens, igualmente localizados em seu tempo histórico. A ideia de que o cientista é alguém que vive fora ou acima da sociedade não passa de um mito. Não qualquer mito, aliás. Talvez seja ele o mito fundador daquilo que chamamos, hoje, *Ciência Moderna*.

Nesses termos, é possível pensar que a produção científica está desvinculada dos valores e das ideais sociais de determinada época? A resposta para essa pergunta, formulada pelos Estudos Sociais da Ciência, campo no qual este trabalho está filiado, é retumbantemente negativa. Inúmeros filósofos, cientistas sociais, historiadores – e mesmo físicos, matemáticos e engenheiros – dedicaram sua vida e obra para demonstrar como pressupostos sociais influenciam – ou invadem – o fazer científico. Minha pesquisa, assim, propõe entrar na esteira dessa reflexão, investigando em que medida o mundo social infiltra-se pela porosa fronteira da ciência contemporânea, tomando como objeto a ciência da rede.

Ao tomar consciência de que meu ofício científico era analisar – e muitas vezes criticar – o ofício de outros colegas cientistas, passei a identificá-lo com a ingrata tarefa do ombudsman jornalístico. Não foram poucas as críticas que ouvi de colegas de profissão, seja no campo das humanidades, seja no campo das ciências naturais, ultrajados com a perspectiva de que a produção científica poderia ser socialmente enviesada ou tendenciosa. Apontar as supostas “falhas” do outro implica em abrir os flancos para ser apontado de volta. Fui acusado de relativista, pós-moderno, anticientífico, traidor. Não estaria eu, perguntavam, incorrendo no mesmo erro? Não seria minha produção científica igualmente enviesada e tendenciosa? Provavelmente, sim – era sempre minha resposta. Afinal, a suposta contaminação do cientista pelos pressupostos sociais que o rodeiam nunca foi uma falha, mas um fato sociológico. Ela é intrínseca ao fazer científico: mais do que invadirem a ciência, valores sociais geram-na e são-lhe constituintes. Um exemplo recorrente que oferecia aos meus interlocutores versava sobre o racismo científico, paradigma hegemônico na emergente biologia da segunda metade do século XIX. Como demonstrou Stevan J. Gould (2014), anos mais tarde, o erro de muitos naturalistas comprometidos com as teses raciais não estava no emprego do método, mas em seus pressupostos, na maneira como organizavam seus dados baseados em suas pré-noções forjadas no interior de uma sociedade profundamente racista.

Produzir conhecimento científico sobre a ciência, nesses termos, não implica em ignorar meus pressupostos, minhas ambições, meus desejos e minha vontade de poder enquanto cientista. Muito pelo contrário, eu os admito. Fazer sociologia da ciência não significa, sob meu ponto de vista, buscar a neutralidade suprema, mas adotar um procedimento metódico na análise de dados empíricos, sistematicamente organizados. Como qualquer outro cientista, tenho buscado em minha pesquisa reunir e observar padrões. Se há uma diferença do meu trabalho em relação aos demais, talvez seja não esquecer que sou um sujeito localizado socialmente, dotado de opiniões, marcadores sociais, preconceitos, paixões e ódios. Partindo desse princípio, proponho, à moda latouriana, abrir a caixa preta de minha pesquisa, relatando os procedimentos que me trouxeram ao atual estado de coisas.

1. SOBRE O PROBLEMA DE PESQUISA

*En arche en ho logos*¹. É, assim, que São João inaugura seu evangelho, evocando o mito original da cosmologia cristã: no princípio, era o verbo. As traduções do grego antigo para as línguas modernas, escolheram substituir o termo “logos”, cujo significado é bastante amplo, por “verbo” ou “palavra”. Embora se justifique do ponto de vista teológico, tal escolha reduz, na minha opinião, a polissemia da expressão original, apontando uma direção interpretativa. Particularmente, gosto de pensar que o discípulo amado, ao escrever essas linhas, dá a entender, emulando a filosofia platônica, que no princípio tudo era razão, pensamento. Eis, portanto, o primeiro ato da criação: ter uma ideia. A minha, para a tese, surgiu de forma inesperada.

Quando ainda cursava as disciplinas obrigatórias para obtenção do título de mestre em sociologia, travei contato, por intermédio de meu orientador Pedro Ferreira (2018), com um artigo científico que, facilmente poderia passar despercebido diante da enxurrada de publicações produzidas atualmente, não fosse o olhar arguto e bibliófilo de Ferreira. Publicado pela *Trends in Biochemical Sciences*, um periódico especializado editorado pela *Cell Press*, o artigo nada tinha de notório: baixos índices de citação, autor desconhecido, reduzido fator de impacto científico. Ao lançar luz a seu título, porém, algo chama atenção. Parecia-me curioso que um trabalho produzido por um bioquímico, e destinado aos seus pares, portasse o título: “Elementos criativos: previsões, baseadas em rede, de centros ativos

¹ Transliteração para o alfabeto latino da expressão grega *Ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ λόγος*.

em proteínas e células e redes sociais”². Embora, à época, pouco soubesse acerca de redes, ou centros ativos em proteínas, intuía certa estranheza na concatenação daquelas ideias. O que um artigo, cujo propósito central era discutir determinado funcionamento biológico, teria a dizer sobre redes sociais? Ao prosseguir a leitura, vi minha intuição converter-se em estado de atenção logo nas primeiras linhas do resumo. O autor, um cientista húngaro chamado Peter Csermely, aproximava, sem grande preocupação argumentativa, a ação de moléculas com comportamentos da “sociedade como um todo”.

Centros ativos e *hot spots* de proteínas possuem uma importância fundamental na ação enzimática, na formação de complexos proteicos e no planejamento de fármacos. Recentemente, diversas publicações aplicaram, com sucesso, a análise de rede em moléculas de aminoácidos para prever centros ativos em proteínas. Grande parte das redes do mundo-real apresenta um conjunto de propriedades como mundo-pequeno ou distribuição livre-de-escala dos graus. Essas são características gerais de muitas redes, desde moléculas até a sociedade como um todo. Por analogia, proponho que as descobertas e metodologias já existentes nos permitem detectar centros ativos em células e podem ser expandidas para redes sociais e ecossistemas (Csermely, 2008, p. 569, tradução do autor).

Expressões como “mundo-pequeno” ou “distribuição livre-de-escala dos graus” soavam tão gregas para mim quanto àquelas traçadas pela pena do evangelista. Todavia, ignorando-se os termos técnicos, não era difícil entender o cerne do argumento do autor. Ele propunha utilizar uma metodologia já referenciada pela literatura, a *análise de rede*, para explicar determinado funcionamento observado na ação de aminoácidos dentro de uma proteína – algo esperado em um artigo de bioquímica. Não era esperado, porém, ver inscrito no mesmo texto a expressão “a sociedade”, quase displicentemente. Ora, o que ela, “a sociedade”, fazia em um artigo de bioquímica? Era o que me pergutava. Csermely (2008, pp. 572-574), sem grandes rodeios, afirmava que moléculas e pessoas compartilham características gerais, passíveis de serem evidenciadas por meio da tal análise de rede. Essa afirmação soava ruidosa aos meus ouvidos de cientista social. Ecoava, dentro de mim, a vigorosa voz de meus velhos professores, nos idos de meu primeiro ano de graduação, insistindo que nada é natural na sociedade, tudo é construção. Teorias generalizantes ou deterministas sobre o mundo social pareciam-me condenadas ao longínquo passado positivista e ninguém ousaria retomá-las em pleno

² Tradução do autor. Originalmente, em inglês: “Creative elements: network-based predictions of active centres in proteins and cellular and social networks”.

século XXI. Por isso o estranhamento – e a curiosidade em continuar lendo. Ao consultar bibliografia, antes de me deter propriamente ao corpo do artigo, mais uma surpresa: uma referência direta a Georg Simmel, um dos pais fundadores da sociologia. Aliás, não qualquer referência. Tratava-se de uma citação ao ensaio clássico do autor, “*Exkurs über den Fremden*”, (Simmel, 1908 apud Csermely, 2008, p. 575), traduzido, geralmente, para o português como “O estrangeiro”. Algo no trabalho de Csermely era insinuante. Resolvi, assim, encará-lo frontalmente.

O cientista inicia seu texto caracterizando aquilo que chama de *centros ativos*. Trata-se do conjunto circunscrito de aminoácidos, dentro de uma proteína enzimática, diretamente responsáveis pela catálise proteica. Dito em outras palavras, os centros ativos são regiões específicas das enzimas cuja função é, em suma, aumentar a velocidade das reações químicas do organismo — seja de quebra ou junção de substratos. O primeiro esquema criado para explicar o processo desempenhado por essas regiões das enzimas ficou conhecido por sua famosa analogia, cunhada no século XIX e até hoje ensinada nas aulas de biologia de nível médio: o modelo *chave-fechadura*. Para cada substrato – a “chave” da analogia – haveria uma enzima – isto é, uma “fechadura”. Os centros ativos seriam, assim, o *segredo da tranca*, por meio do qual o substrato se acopla na enzima, permitindo sua *abertura* – ou seja, a reação química propriamente.

Por volta dos anos 1950, Daniel Koshland propôs um novo modelo, conhecido como *mecanismo de ajuste induzido*. Nele, o substrato conduz a proteína a mudar de forma, “forçando” sua configuração ativa. A proposição de Koshland tornou-se paradigmática na bioquímica e central para o entendimento da função enzimática. Abordagens posteriores, embora tenham atualizado e refinado o modelo proposto pelo autor, concordam com ele, apontando que os centros ativos não são meras “iscas esperando a presa” (Csermely, 2008, p. 570, tradução do autor), mas se relacionam diretamente com a conformação estrutural da proteína, ocupando nela uma posição de destaque.

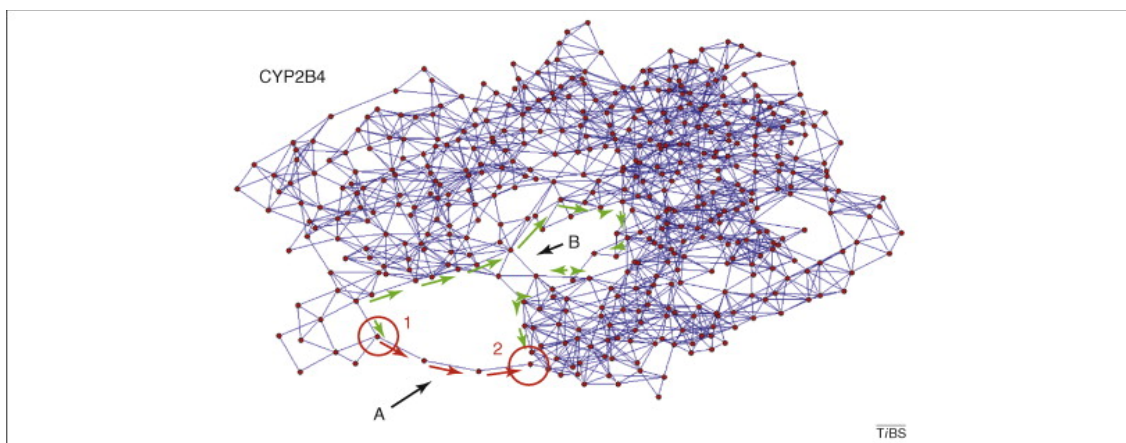
Tendo em vista que uma proteína enzimática é composta por milhares de moléculas de aminoácidos, como saber exatamente quais são aqueles que estão diretamente envolvidos na atividade de catálise? Essa é questão que Csermely objetiva responder com seu trabalho. Ele visa discriminar com precisão, a partir da análise da estrutura proteica, quais aminoácidos integram os centros ativos. Para tanto, propõe um novo enquadramento teórico-metodológico: a rede.

O papel de um determinado aminoácido em uma posição específica na estrutura da proteína pode ser previsto pela abordagem de rede. As redes auxiliam-nos compreender o comportamento de sistemas complexos, reduzindo tal sistema a um conjunto de elementos interagentes, conectados por ligações

entre si. Nas redes de estrutura de proteínas (também conhecidas como redes de resíduos), os elementos interagentes são os aminoácidos das moléculas proteicas, enquanto as ligações representam sua posição contígua no espaço (Csermely, 2008, p. 570, tradução do autor).

O autor propõe identificar os centros ativos a partir do mapeamento topológico da trama de reações químicas que forjam uma proteína. De posse de dados produzidos por pesquisas anteriores, ele mobiliza métricas consagradas da análise de rede, como centralidade e comprimento de caminho, para discriminar os centros ativos não por meio de sua função, mas pela posição que ocupam no espaço – o *topos* – conformado pela rede. Ao transformar aminoácidos em nós e as ligações químicas entre eles em conexões, o autor constrói um grafo no qual, supostamente, pode-se apontar os centros ativos.

Figura 1 - Grafo que representa a “rede de pontes de hidrogênio da conformação aberta da proteína citocromo P450, CYP2B4, deixando de fora as pontes de hidrogênio da heme e das moléculas de água” (Csermely, 2008, p. 572, tradução do autor).



Segundo o argumento do autor, diferentemente dos aminoácidos “comuns”, aqueles que compõem os centros ativos ocupam uma posição central na estrutura proteica e têm papel determinante na integração de toda a proteína. Todavia, o grafo, que permite Csermely (2008, p. 572) aferir a centralidade dos aminoácidos nos centros ativos, não descreve *ipsis litteris* os aminoácidos. Ao pé da letra, ele descreve as pontes de hidrogênio de determinada enzima (a CYP2B4) pertencente ao grupo de uma proteína específica (o citocromo P450) encontrada no fígado de coelhos, que não leva em consideração as pontes de hidrogênio da água e do heme (uma espécie de núcleo da proteína). À parte o reducionismo, o autor extrai dessa análise de rede suas conclusões sobre centros ativos – indicados pelas regiões A e B do grafo anterior –, que são desdobradas, por ele, em propriedades gerais relativas também a outras redes. Em suas palavras, “esses centros ativos possuem um papel fundamental na

comunicação da rede” (Csermely, 2008, p. 572, tradução do autor), afinal, como indicam as setas vermelhas, eles encurtam o “caminho de comunicação” de um lado para o outro, em muitos passos. Caso esses elementos não existissem, o caminho entre os pontos indicados pelos números 1 e 2 na imagem, levaria “21 etapas de comprimento”, como indicam as setas verdes.

A análise de rede mostrou que os centros ativos: (i) ocupam uma posição central nas redes de estrutura proteica; (ii) na maioria das vezes, embora nem sempre, atuam como *hubs* (isto é, possuem muitos vizinhos); (iii) fornecem conexões únicas e não redundantes para sua vizinhança; (iv) integram a comunicação de toda a rede; (v) são individuais e não participam dos movimentos dissipativos de aminoácidos ‘comuns’; (vi) e coletam e acomodam a maior parte da energia de toda a rede. [...] Em resumo, os centros ativos são diferentes: eles possuem propriedades únicas [...] e influenciam a comunicação de todos os outros elementos da rede enquanto mantêm sua individualidade. De forma análoga, esse resumo poderia soar como a caracterização de um mestre-estrategista, de um corretor de ações, de um inovador ou de um empreendedor na rede. De fato, como propusemos anteriormente em versões preliminares e como demonstro a seguir, elementos com a mesma posição e características de rede também podem ser encontrados em redes de proteínas, de transdução de sinais e de neurônios, bem como em redes sociais e ecossistema (Csermely, 2008, p. 571–572, tradução do autor).

Não se trata de mera analogia. “*De fato*”, segundo o autor, as propriedades relativas aos centros ativos – deduzidas a partir da análise de rede da enzima CYP2B4 – são ubíquas e encontradas, também, em outras redes. Isso permite pensar, em suas palavras, que “o conceito de centros ativos pode ser estendido para redes outras que não somente a estrutura proteica” (Csermely, 2008, p. 572, tradução do autor). Csermely irá apontar, assim, que centros ativos se fazem presentes em redes de interação proteína-proteína, em redes tróficas e, especialmente, em *redes sociais*.

Nas redes sociais, o arquétipo do elemento único e modular, acima mencionado, corresponde ao ‘estrangeiro’ [*stranger*], descrito por um dos pais fundadores da sociologia, George Simmel, cem anos atrás. O estrangeiro é diferente de qualquer outra pessoa. O estrangeiro pertence a todos os grupos, mas ao mesmo tempo não pertence a nenhum deles. Outro reconhecido exemplo posterior vem de Ronald S. Burt. Ele provou que empresários inovadores e bem-sucedidos ocupam “buracos estruturais”, que equivalem exatamente às posições não-redundantes e centrais para a conexão dos centros ativos na estrutura de uma proteína. As pessoas que se conectam com esses buracos estruturais têm “ligações fracas” e, por isso, mudam frequentemente seus contatos (Csermely, 2008, p. 573, tradução do autor).

Extrapolando o argumento inicial, o autor propõe que os centros ativos são mais do que regiões responsáveis pela catálise enzimática. Eles seriam o reflexo de propriedades generalizáveis de rede e, por isso, podem ser encontrados em diversas delas, desde a rede de aminoácidos a de “empresários inovadores e bem-sucedidos”. Em síntese, Csermely afirma que os elementos que compõem centros ativos — sejam eles quais forem, pontes de hidrogênio ou sujeitos humanos, pouco importa — possuem ligações polivalentes e transitórias, fundamentais em situações atípicas que

requerem resoluções novas e criativas. Devido a essas características discriminatórias, o autor propõe uma nova forma de nomear esses nós: são eles “elementos criativos” das redes (Csermely, 2008, p. 573).

Tais elementos criativos são mais versáteis e capazes de conduzir uma vida autônoma dentro de sua rede. Essa autonomia revela sua capacidade de sempre rearranjar seus contatos. Eles conectam elementos que não estão diretamente conectados e, por isso, ocupam uma função chave na rede. Devido a tais características, podem inventar facilmente rearranjos para dissipar perturbações novas e inesperadas; e conectar dois elementos com “elegância e flexibilidade”, contribuindo para o acúmulo de “conhecimentos” distintos diante dos desafios impostos pelo meio (Csermely, 2008, p. 574-575). Em minha leitura, mais do que simplesmente uma nova maneira de nomear, os elementos criativos conformam uma nova forma de enquadrar a realidade fática, uma métrica analítica extensível e aplicável a um conjunto amplo de fenômenos, sejam humanos ou não-humanos.

Ao fim e ao cabo, minha intuição não parecia estar errada: havia algo estranho naquele artigo – algo que ainda não conseguia nomear. Csermely tomava um fenômeno bioquímico ocorrido em nível molecular e, ao descrevê-lo por meio da análise de rede, chegava a determinadas conclusões. Com um salto argumentativo, o autor aponta que tais conclusões seriam extensíveis a outros fenômenos, caso eles fossem analisados pelo mesmo esquadro reticular. Assim, tomando-se qualquer outra rede que apresente as mesmas características, independentemente dos elementos que a compõe, chegar-se-á às mesmas conclusões. Em suma, tudo aquilo que pode ser transformado em rede, sejam a relação entre pessoas ou ligações bioquímicas, obedece a um padrão de funcionamento similar.

Os elementos criativos – caracterizados como flexíveis, autônomos, individuais, empreendedores, inovadores, criativos etc. – podem ser encontrados, se concordarmos como o argumento de Csermely, em fenômenos diversos, desde proteínas até o estrangeiro simmeliano. Eles conformam, assim, uma ideia universal, uma propriedade simultaneamente aplicável ao mundo social e ao mundo natural, sem necessidade de mediações. Em mim, aumentavam as dúvidas: como pode o autor afirmar, sem constrangimentos, que o funcionamento de um aminoácido é equivalente ao de um empreendedor? O autor não estaria, ao observar sua proteína pelo viés da análise de rede, importando do mundo social categorias para interpretar um fenômeno bioquímico e *vice versa*?

Se da estranheza surgiram dúvidas, das dúvidas brotaram ideias. Parecia-me que um vocabulário exógeno à bioquímica escapava pelas brechas de seu falatório técnico. Por meio de analogias e aproximações diretas, ideias forjadas no mundo social, ou mais especificamente no

mercado, estavam sendo usadas para nomear processos metabólicos. De repente, proteínas e empreendedores tornavam-se a mesma coisa: nós em uma rede. A rede insinuava-se, assim, ser “coisa” que permitia traçar essa igualdade, isto é, ela era o elo que permitia estabelecer a conexão entre processos do mundo social e funcionamentos do mundo natural. Mas como nomear essa “coisa”? Seria a rede um método de análise, uma teoria, uma *ciência*? Havia outros cientistas mobilizando a análise de rede para explicar, a partir de um mesmo enquadramento teórico, fenômenos da natureza e da sociedade? Seria, para esses cientistas, o empreendedorismo, a individualidade, a inovação – não ideias construídas por sujeitos humanos em determinado contexto histórico, mas – um fato da natureza, observável no funcionamento dos aminoácidos? Estariam esses cientistas “naturalizando” comportamentos sociais? Não sabia responder a nenhuma delas. Intuí, porém, que a “coisa” que queria investigar – aquela que permitia igualar sujeitos humanos e não-humanos – orbitava no entorno da chamada “análise de rede”. O primeiro passo, portanto, foi buscar entender se Csermely seria uma exceção ou se outros cientistas daquele campo estariam mobilizando essa mesma “coisa” para construir seus argumentos.

2. SOBRE A DEFINIÇÃO DO OBJETO.

O primeiro movimento de pesquisa, realizado conjuntamente por mim e por meu orientador, foi uma busca simples, pelos termos “*network analysis*” nos acervos digitais de renomados periódicos científicos, como a *Science*, a *Nature* e a *Scientific American*. Nosso intuito era *mapear* o entorno de meu suposto objeto, o campo da análise de rede. Para nosso proveito, muitas correspondências foram encontradas. Íamos, assim, um a um e diletantemente, selecionando os artigos que nos pareciam mais propensos a fazer aproximações entre o mundo social e o mundo natural, por intermédio da rede. Chegamos em trinta. Comecei então a analisá-los, com o intuito de conceber uma pesquisa.

Ao tomar essas publicações científicas como material – e dada sua extensão e complexidade –, adotei como procedimento inicial observar e analisar as informações mais evidentes. Antes de me dedicar propriamente a leitura do artigo, verificava o título, o nome dos autores, o resumo e as referências bibliográficas, buscando algum padrão que saltasse aos olhos. À medida em que revisava o material, notei a recorrência de um nome: Albert-László Barabási. Tal recorrência não parecia coincidência. Aventurei, assim, que Barabási seria um autor importante, talvez o principal, no campo da

análise de rede.

Ao inserir seu nome em mecanismos de busca acadêmica, como o *Google Scholar* ou a *Web of Science*, filtrando o resultado por relevância ou pelo número de citações, não é incomum encontrar o título “*Emergence of scaling in random networks*” – “Emergência de escalonamento em redes aleatórias”, em tradução livre – entre as primeiras entradas. Originalmente publicado pela prestigiada revista *Science*, em 1999, o artigo acumulou, segundo as métricas fornecidas pelo periódico, 26.196 citações, desde o ano de sua publicação até o final de 2025³. Os números pareciam, assim, concordar com a evidência encontrada nos materiais. Ele era a fonte comum – ou, para utilizarmos o vocabulário das redes, o nó central – que unia quase todas aquelas publicações selecionadas. Para entender melhor a “coisa”, que igualava humanos e não-humanos em um mesmo enquadramento teórico-metodológico, um caminho que se abria era voltar meu olhar à Barabási e sua obra.

Ao tomar nas mãos o supracitado artigo de Albert-László Barabási, a primeira nota digna de destaque é que o artigo não fora escrito *apenas* pelo autor. Trata-se de uma publicação conjunta entre ele e, sua então orientanda, Réka Albert – que aparece como segunda autora e sem vínculo institucional na publicação. Embora compartilhem essa autoria, a formação em Física, a origem de nascimento e o “Albert” no nome, a posição de ambos na constituição do campo da análise de rede não é equivalente, como ficou evidente no percurso de minha investigação. Barabási quase sempre apresentar-se como herói que fundou, praticamente sozinho, o campo.

Deixando à margem, por ora, a polêmica sobre a autoria seminal do campo, concentremo-nos nas contribuições engendradas por “*Emergence of scaling...*” para meu entendimento tateante sobre o objeto – a começar pelo resumo do artigo. Escrevem os autores:

A melhor forma de descrever sistemas tão diversos quanto as redes genéticas ou a *World Wide Web* é como redes de topologia complexa. Uma propriedade comum em muitas grandes redes é que as conectividades dos vértices seguem uma distribuição livre-de-escala [*scale-free*] em lei de potência [*power-law*]. Essa característica pode ser explicada como a consequência de dois mecanismos genéricos: (i) as redes se expandem continuamente pela adição de novos vértices, e (ii) os novos vértices se conectam preferencialmente a locais que já estão bem conectados. Um modelo baseado nesses dois ingredientes reproduz as distribuições livres-de-escala estacionárias observadas, o que indica que o desenvolvimento de grandes redes é governado por fenômenos robustos de auto-organização que *vão além das particularidades individuais dos sistemas* (Barabási; Albert, 1999, p. 509, tradução e grifo do autor).

³ Trata-se de métrica aferida a partir dos dados da *Web of Science*, disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.286.5439.509#core-collateral-metrics> e <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/f24647d2-fe56-40d3-8283-9dcefbe14745-01b35e19c8/date-descending/1>

Os termos técnicos, embora continuassem ininteligíveis, começavam, ao menos, a soar familiares para mim. Lembremo-nos de que Csermely também apontava a “distribuição livre-de-escala dos graus” como uma característica compartilhada por sistemas diversos, caso estes fossem escrutinados pela mesma lupa da análise de rede. Por mais que não explicitem categoricamente o que, de fato, é uma “distribuição livre-de-escala”, as poucas frases que compõem o resumo de Barabási e Albert aventam uma explicação para o surgimento dessa característica. Contudo, para além de uma pretensa explicação, chama atenção a tentativa dos autores em afirmar sua generalidade. Independentemente das “particularidades individuais dos sistemas”, a distribuição livre-de-escala é transversal a distintos fenômenos reticulares. Dito em outras palavras, desde que um sistema interacional possa ser representado como uma rede, não importando se os elementos interagentes sejam genes ou páginas da *World Wide Web*, deve haver propriedades universais que os governam – sendo a distribuição livre-de-escala dos graus uma delas.

Para começar a sondar o significado da “coisa” que permitia, em minha leitura, unir o mundo social e o mundo natural, faz-se necessário definir, mesmo provisoriamente, o que é uma *rede* para a análise de rede. Segundo Barabási e Albert (1999, p. 509), “a ciência contemporânea” tem encontrado muita dificuldade para “descrever sistemas compostos por elementos não-idênticos”. “Da biologia molecular às ciências computacionais”, diversos limites têm sido impostos ao “avanço de muitas disciplinas” graças aos embaraços em se traçar a configuração gráfica desses sistemas. Nesse sentido, a rede seria uma ferramenta matemática, usada na representação topológica de um sistema, que converte os elementos de tal sistema em pontos, ou vértices, e suas interações em traços, ou arestas.

Por exemplo, os sistemas vivos formam uma imensa rede genética cujos vértices são proteínas e genes, com as interações químicas entre eles representando as arestas. Em um nível organizacional diferente, uma grande rede é formada pelo sistema nervoso, cujos vértices são as células nervosas, conectadas por axônios. Contudo, *redes igualmente complexas ocorrem nas ciências sociais* (4), onde os vértices são indivíduos ou organizações e as arestas são as interações sociais entre eles, ou na *World Wide Web (WWW)*, cujos vértices são documentos HTML conectados por links que apontam de uma página para outra. Devido ao seu grande tamanho e à complexidade de suas interações, a topologia dessas redes é, em grande medida, desconhecida (Barabási; Albert, 1999, p. 509–510, tradução do autor).

O objetivo do artigo é, assim, oferecer um modelo matemático genérico e extensível a sistemas díspares, sejam eles de origem social, técnica ou biológica, que permita traçar análises quantitativas a partir de sua representação na forma de grafo. A esse modelo, os autores chamam rede. Em uma primeira mirada, essa maneira de expor o argumento parece complexa – e, de fato, é. Havia, pois, um

desafio cognitivo a ser superado para entender os enunciados desses autores. Em minha leitura, ainda rudimentar, eles estariam buscando identificar padrões de funcionamento comuns entre fenômenos reticulares encontrados na natureza e na sociedade, a partir dos quais fosse possível deduzir modelos com propriedades genéricas compartilhadas. Uma dessas propriedades genéricas compartilhadas entre redes sociais, naturais e técnicas seria, seguindo o argumento, a distribuição livre-de-escala dos graus dos vértices.

O grau de um vértice é a métrica de rede utilizada para quantificar o número de ligações diretas estabelecidas por esse vértice com outros da mesma rede. Em suma, é o número de conexões de um nó. Se ele está conectado com seis outros, seu grau é seis; se está conectado com cinco, seu grau é cinco e, assim, sucessivamente. Assim, a distribuição desses graus é a descrição estatística de todas as conexões feitas pelos nós da rede. Para fundamentar seus achados, Barabási e Albert traçam e analisam as redes conformadas por três fenômenos empíricos: os *hiperlinks* entre domínios da *Web*, a participação de atores em filmes *hollywoodianos* e a malha elétrica do oeste norte-americano. A inovação trazida pelo trabalho dos autores dizia respeito à não-aleatoriedade da distribuição dos graus nessas redes empíricas, fossem elas compostas por elementos do mundo social, técnico ou natural. Para Barabási e Albert (1999, p. 510), o número de conexões de cada nó nas redes analisadas não seguia uma distribuição estatística normal, como era esperado. Segundo suas medições e cálculos, alguns nós tendiam a acumular muitas ligações, enquanto todos os demais, possuíam poucas. Simplificando bastante o argumento, haveria uma distribuição altamente desigual das conexões entre os nós das redes analisadas, algo que eles nomearam “distribuição livre-de-escala em lei de potência”. Esse fato seria, segundo os autores, transversal às redes conformadas por atores de um filme, transformadores elétricos e *websites* da WWW.

Parecia, assim, que Csermely não era o único a aproximar, por meio da análise de rede, fenômenos do mundo tecno-social e do mundo natural. Havia, de fato, outros autores, alocados em um mesmo campo científico, relativamente consolidado, que estavam pondo em operação o mesmo procedimento de comparar e igualar elementos completamente distintos – como atores de cinema e páginas da internet, ou empreendedores e aminoácidos de uma proteína.

Todavia, inquietava-me a menção feita pelos autores, e explícita na última citação, às ciências sociais. A nota de número quatro, destacada entre parênteses no excerto acima (Barabási; Albert, 1999, p. 510), faz referência ao livro *Social Network Analysis: Methods and Applications*, escrito por Stanley Wasserman e Katherine Faust, um estatístico e uma socióloga, respectivamente. Tal livro faz parte da

coleção intitulada *Structural Analysis in the Social Science*, organizada por Mark Granovetter, também sociólogo – e um dos mais proeminentes. Abria-se, assim, um panorama entorno da “coisa” que eu pretendia investigar. Ao que parecia, a análise de rede não era uma ferramenta exclusivamente utilizada por cientistas naturais, mas também compunha a gramática conceitual das ciências sociais. Será, então, que não apenas físicos e químicos, mas também sociólogos estariam fazendo essas aproximações entre o mundo natural e o mundo social por meio da rede? Levado pelos indícios de meu material, fui me enveredando por outros caminhos, buscando compreender como cientistas da minha área de estudos – a sociologia – encaravam a análise de rede.

O elo mais evidente – ou pelo menos mais famoso – entre a sociologia e a análise de rede figura na obra de Mark Granovetter, anteriormente referido. Seu artigo, intitulado “*The strength of the weak ties*” – “A força dos laços fracos”, em tradução livre⁴ –, originalmente publicado pelo *American Journal of Sociology* em 1973, pode ser encarado como um texto clássico da análise de rede nas ciências sociais. Largamente lido pela tradição sociológica norte-americana, seu número de citações sublinha sua relevância: são cerca de 80.000, segundo dados do *Google Scholar*⁵, e de 26.000, segundo dados do *Crossref*⁶ – sendo este último, referente ao número de citações em publicações digitalmente identificadas, isto é, possuidoras de DOI. Em suma, Granovetter propõe, em seu artigo, introduzir a abordagem reticular como ferramenta interpretativa para fenômenos sociais, unindo as perspectivas teóricas micro e macrosociológicas. Escreve o autor:

A estratégia do presente artigo é escolher um aspecto relativamente limitado da interação em pequena escala — a força dos laços interpessoais — e mostrar, em detalhes, como o uso da análise de rede pode relacionar esse aspecto a fenômenos macro tão variados quanto a difusão e a mobilidade social, a organização política e a coesão social em geral. Embora a análise seja essencialmente qualitativa, um leitor com inclinação matemática reconhecerá o potencial para modelos; argumentos matemáticos, pistas e referências são sugeridos principalmente em notas de rodapé. (Granovetter, 1973, p. 1381, tradução do autor)

Nesses termos, diferentemente do que faz parecer a publicação de Barabási e Albert (1999), as ciências sociais não apenas participavam das discussões entorno das redes, como elas teriam inaugurado a análise de rede como método muitos anos antes da incursão daqueles autores. Todavia, muito embora pareça que ambos os artigos estejam falando sobre uma mesma “coisa”, há

⁴ Não foram encontradas traduções oficiais para a obra do autor no Brasil.

⁵ https://scholar.google.com.br/scholar?cites=1212931848998904480&as_sdt=2005&sciodt=0,5&hl=pt-BR

⁶ <https://api.crossref.org/works/10.1086/225469>

notadamente diferenças entre eles, desde a concepção de “interação” à circunscrição dos objetos sob análise. Enquanto para Barabási e Albert (1999, p.510), por exemplo, qualquer interação entre dois indivíduos, como dois atores contracenando em um mesmo filme, representa a ligação entre dois elementos de uma rede social; para Granovetter (1973, p. 1361), a interação social entre dois indivíduos é definida como “uma combinação (provavelmente linear) da quantidade de tempo, da intensidade emocional, da intimidade [...] e dos serviços recíprocos que caracterizam o laço”. Esta última definição leva em consideração fatores “essencialmente” qualitativos, o que limita – mas não impede –, como afirma o autor no trecho final do excerto, abordagens a partir de modelos matemáticos. Já Barabási e Albert, traçam uma definição para a análise de rede de forma exclusivamente quantitativa e – o mais relevante em minha leitura – extensível a uma série de outros objetos, não se limitando, como faz Granovetter, às interações entre agentes sociais em uma rede social específica.

Meu mapeamento do campo, levado por caminhos fragmentários, sugeria que, de fato, sociólogos e físicos adotavam a mesma abordagem metodológica em seus trabalhos – a análise de rede. Havia, porém, uma diferença de entendimento entre ambos os campos acerca do escopo de uso dessa análise de rede. Tal diferença também fora identificada e caracterizada em detalhes por outro sociólogo, Linton Freeman (2011), no texto intitulado *The Development of Social Network Analysis – with an Emphasis on Recent Events*. Nele, Freeman traça um breve panorama histórico sobre a análise de redes sociais, começando por sua “pré-história”, que data de princípios do século XIII. Passando pela emergência propriamente moderna do campo, em meados de 1930, ele chega à consolidação acadêmica da análise de rede, em meados dos anos 1970, pelas mãos do sociólogo Harrison C. White e seu grupo de pesquisa na Universidade de Harvard. “Impulsionada pelas contribuições de White e seus alunos” afirma Freeman (2011, p. 27), “a análise de redes sociais amadureceu, definiu um modelo padrão e conquistou seu espaço como uma área de estudo reconhecida”. Todavia, continua o autor,

Houve, no final dos anos 90, uma mudança revolucionária no campo. Foi nesse momento que os físicos começaram a publicar sobre redes sociais. Primeiro, Watts e Strogatz (1998) abordaram o fenômeno dos 'mundos pequenos'. Um ano mais tarde, Barabási e Albert (1999) examinaram a distribuição das centralidades de grau. Encerrei o relato anterior em meu livro comentando justamente sobre a chegada de Watts, Strogatz, Barabási e Albert à pesquisa de redes sociais. Na época, expressei a ingênua esperança de que, a exemplo de outros que já haviam tentado reivindicar o campo no passado, nossos colegas da física simplesmente se somassem a esse esforço coletivo. Essa expectativa, contudo, não se concretizou de imediato. Sendo recém-chegados à análise de redes sociais, esses físicos ignoraram a literatura existente e agiram como se as nossas seis décadas de dedicação não significassem absolutamente nada (Freeman, 2011, p. 27-28, tradução do autor).

Com a leitura de Freeman, ficou evidente para mim a diferença – e, talvez, certa rusga – entre ambas as abordagens. Havia uma cisma no campo da análise de redes – e, perceptivelmente, um ressentimento, que o autor dava vazão na forma de um quase desabafo. Segundo seu argumento, o processo de informatização científica, ampliou sobremaneira a quantidade de dados disponíveis para análise, fato que teria atraído o olhar quantitativo dos físicos e matemáticos para as redes sociais. Freeman, porém, não fazia em seu texto qualquer observação acerca da aproximação, a mim evidente, entre o mundo social e o mundo natural pelas análises de rede. Entendi, então, que havia encontrado meu objeto. Iria investigar não qualquer rede, mas a rede dos “colegas da física”, a rede que aproximava humanos e não-humanos forjada por Barabási e, eventualmente, outros cientistas naturais. Para tanto, era necessário um método.

3. Sobre a escolha dos materiais e dos métodos

Supostamente ao contrário de outras ciências, os objetos investigados pelas ciências sociais – com o perdão da força de expressão – não brotam em árvores ou caem delas feito maçãs. Eles são delimitados pela ação direta do pesquisador. O esforço de Émile Durkheim (2007), de transformar fenômenos sociais em “coisas” analisáveis em *As regras do método sociológico*, é análogo ao desafio enfrentado por todo sociólogo envolvido com a pesquisa científica. Em nosso campo, as fronteiras entre sujeito de conhecimento e objeto a ser conhecido não estão aprioristicamente delimitadas. Por vezes, o pesquisador torna-se objeto de sua própria reflexão, pois o sujeito que pesquisa é indissociável daquele que participa do mundo social.

Para complexificar ainda mais esse desafio, sociólogos da ciência e outros pesquisadores ligados aos Estudos Sociais da Ciência têm chamado atenção para outro fato, talvez ainda mais fundamental: *todo objeto* é socialmente constituído, independente se social ou natural. É o *fazer científico*, com seus erros e acertos, que o estabelece. Em suma, mais do que *matter of facts*, os objetos científicos são, nas palavras de Bruno Latour (2020), *matters of concern*. A diferença, nesses termos, entre as ciências naturais e as ciências sociais seria que aquela, ao invés de admitir o caráter “interessado” do objeto, acaba ocultando os procedimentos, dúvidas e escolhas envolvidas em sua construção investigativa, fazendo parecer que a “coisa” investigada sempre existiu. No fim, essa “coisa” – isto é, o objeto –

surge como algo pronto, dado. Sendo que, na verdade, fora sistematicamente montado e moldado pelo próprio cientista durante o processo de produção de sua ciência.

Nesses termos, explicitar descritivamente cada passo do processo de pesquisa, ou seja, apresentar de forma nítida o método aplicado na construção e análise do objeto, torna-se um imperativo categórico se se quer seguir os passos da tradição dos Estudos Sociais da Ciência. Porém, mais do que eleger *a priori* uma maneira sistemática de coletar dados e analisá-los, apresentar o método significa, para essa tradição, expor as tentativas – às vezes frustradas – de estabelecer o melhor contato possível entre os dados fornecidos pelo fenômeno empírico escolhido como objeto e o problema de pesquisa a ser analisado. Para usar uma metáfora, trata-se de pensar sobre *como fazer o objeto falar*, consciente de que essa é uma operação imaginativa – nem por isso falsa ou menos verdadeira. Assim, proponho expor, nesta seção, uma descrição, mais ou menos ficcional, dos procedimentos metodológicos postos em operação por mim, ao longo da elaboração desta pesquisa – com seus desafios e descaminhos inerentes.

Nos primórdios da pesquisa, ao mapear o campo da análise de rede, selecionei, conjuntamente com meu orientador, um conjunto de artigos científicos que pareciam, de modo *típico*, aproximar, por meio da rede, fenômenos sociais, técnicos e naturais. A seleção desses artigos fora feita de forma intuitiva e quase não observou parâmetros sistemáticos. Buscávamos por publicações científicas que contivessem os termos “network analysis” nos repositórios de revistas prestigiadas, como a *Nature*, a *Science*, a *Scientific american*, dentre outras; filtrávamos os resultados segundo nosso ânimo de momento, passando o olho pela lista gerada; e, caso um título saltasse à vista, liamos seu resumo, adicionando-o à seleção, se ele parecesse interessante aos nossos fins. Deixando para segundo plano qualquer reflexão sobre possíveis vieses envolvidos nos procedimentos dessa seleção, fiz dela meu material de pesquisa, o *corpus* de análise. Como método, escolhi aquele indicado pelo manual para pesquisas envolvendo materiais escritos: revisão bibliográfica sistemática.

Comecei, assim, a *fazer* minha pesquisa. Contudo, à medida em que avançava, um incomodo era gestado. Conforme eu revisava meu material e me familiarizava com o vocabulário dos físicos, matemáticos, bioquímicos e tantos outros cientistas que haviam escrito sobre análise de redes, fui me deparando com uma contradição. Se algum desses cientistas, cujos métodos de análise eu estava pondo sob escrutínio, analisasse meus próprios métodos, o que diriam? Se me perguntassem como eu havia selecionado meu material, eu simplesmente responderia que foi ao acaso, por obra do ânimo ou pela ação do algoritmo?

Obviamente, eu poderia relatar que houve, ainda que mínimo, o emprego de procedimentos de padronização, como a escolha de um termo de pesquisa e dos acervos ao qual iria recorrer como base de dados. Contudo, o problema era outro. Meu entendimento sobre a análise de rede havia se transformado substancialmente entre o mapeamento inicial – realizado ainda na etapa de elaboração do projeto – e a execução da pesquisa em si. Mesmo podendo me justificar, eu sabia que minha seleção possuía um viés – ainda que fosse o da ignorância. Retomando a metáfora, não estaria eu *torturando* meu objeto para *falar* apenas aquilo que eu queria ouvir?

Uma primeira resposta, evocada muitas vezes por meu orientador, remete à discussão, acima mencionada, segundo a qual a subjetividade é inescapável ao fazer científico. Nesse sentido, vale a velha máxima popular: o que não tem remédio, remediado está. Eu poderia reconhecer a inerente subjetividade de meu trabalho e descrever os procedimentos metodológicos que adotei, ainda que mínimos, visando alcançar certo grau de objetividade e reprodutibilidade. A partir disso, qualquer outro pesquisador poderia reconhecer os pressupostos de minha produção e isso bastaria para referenciá-la. Eu concordava com o argumento – pelo menos em parte. De fato, poderia descrever minuciosamente os procedimentos metodológicos empregados até ali. Todavia, a natureza de meu incomodo era mais profunda: meu entendimento sobre o objeto havia mudado, logo meu entendimento sobre o material também mudou. Do início da pesquisa até aquele momento, eu havia definido, com maior precisão, meu objeto de pesquisa. Ele seria os modelos de rede mobilizados pela análise de rede, produzidos por físicos e outros cientistas naturais, a partir de finais dos anos 1990. Meu material de pesquisa, porém, não correspondia a esse recorte necessariamente. Havia nele um conjunto de imprecisões, que eu reconhecia e não gostava.

Decidi, assim, reconstituir meu *corpus*. Dessa vez, senão tendo um maior controle metodológico, pelo menos anotando cada procedimento realizado em sua seleção. Eu sabia que queria estudar a rede da análise de rede, mas não de *qualquer* análise de rede. Interessavam-me, assim, os artigos de físicos, químicos, matemáticos e tantos outros cientistas naturais, que mobilizavam a ideia de “rede” para explicar simultaneamente fenômenos naturais e sociais. Nesse sentido, o primeiro desafio me parecia encontrar esse rol de publicações, no âmbito das produções científicas que envolviam redes em geral. Parti, então, para uma nova busca. Minha fonte seria o acervo da *Web of Science*, uma plataforma online de indexação de citações científicas. Sua escolha não era aleatória: o acervo da plataforma contava com os repositórios dos principais periódicos científicos, inclusive aqueles que havia selecionado inicialmente.

Ao acessar o mecanismo de busca da *Web of Science*⁷, fiz alguns ajustes de parâmetro antes de realizar a nova busca. O primeiro ajuste foi em relação ao termo de busca: restringi-me a “network*”⁸, que deveria estar presente apenas no campo “título” da publicação. A ideia subjacente a essa modificação diz sobre o melhor enquadramento de meu objeto de pesquisa, a “coisa” que eu queria estudar. Nesse sentido, a menção à rede no título tinha o intuito de assegurar que o material a ser selecionado dava centralidade ao tema, seja tomando-o como objeto, seja como método de análise. O segundo, foi em relação à temporalidade. Seguindo o rastro de Freeman (2011, p. 28), defini como recorte temporal o período entre os anos de 1998, data da publicação, por Watts e Strogatz, de “*Collective dynamics of ‘small-world’ networks*” – “Dinâmicas coletivas das redes de ‘mundo-pequeno””, em tradução livre –, a 2023, ano que antecedia, imediatamente, o início da nova busca. Especifiquei, ainda, seu escopo a apenas três periódicos: *Science*, *Nature* e *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS). Trata-se de uma tríade composta por revistas científicas multidisciplinares e de prestígio inquestionável, sendo as duas primeiras voltadas a comunicações breves e objetivas destinadas ao público científico geral – os chamados “*reports*” ou “*letters*” – e, a última, reconhecida por publicações mais longas, técnicas e especializadas. Esses periódicos, além de fundamentais ao *fazer científico* contemporâneo, compõem uma espécie de olimpo acadêmico. Publicar nelas significa fazer parte de uma elite da ciência – elite esta composta, vale destacar, por cientistas de grandes centros de pesquisa da América do Norte e da Europa Ocidental, em sua maioria.

A nova busca gerou 2.483 resultados, isto é, mais de duas mil publicações que possuíam a palavra rede em seu título no intervalo temporal entre 1998 e 2023. Tais resultados foram compilados do acervo digital sob a forma de uma planilha, contendo os metadados de cada uma das publicações encontradas⁹. Surgiu, assim, o banco de dados do qual eu extrairia meu *corpus*: uma tabela com 2.483 linhas e 54 colunas, totalizando aproximadamente 130.000 células, contendo as mais diversas informações. Tais informações englobavam os dados sobre o título, o nome dos autores e suas filiações institucionais, as fontes de financiamento, o ano de submissão, a quantidade de citações e de referências citadas, o número do DOI etc. Com minha base consolidada, dei início a um longo processo de filtragem – afinal, queria selecionar apenas um pequeno número de artigos, entre 40 e 60, para análise final.

⁷ Vale ressaltar que o acesso à busca na plataforma é dado por meio de assinatura. Como estudante de uma universidade brasileira, acessei-a de forma gratuita, via Portal de Periódicos da CAPES.

⁸ O asterisco ao final indica que a busca deve tomar qualquer sufixo como válido. Nesse sentido, palavras como “networks”, “networking”, “networked” etc. também compunha o escopo da pesquisa no acervo.

⁹ A planilha que conforma o banco de dados poderá ser futuramente consultada no repositório da Unicamp.

Como dito anteriormente, não me interessavam quaisquer artigos, mas aqueles que orbitavam no entorno do universo das análises de rede e aproximavam o mundo natural e o mundo social. Embora confiasse na pista deixada por Freeman, não queria me restringir exclusivamente a ela. Desse modo, me interessavam os artigos assinados por Barabási e seus asseclas, mas não apenas eles. Afinal, nada me garantia que outros não estariam fazendo o mesmo movimento de aproximação entre fenômenos sociais, técnicos e biológicos por meio da análise rede. Seria, portanto, necessária uma calibragem na seleção dos artigos para o *corpus*. Por um lado, ela deveria levar em conta as publicações que eu já sabia fundamentais; e, por outro, ser capaz de expandir a investigação para um campo científico mais amplo, possibilitando-me captar o alcance da análise de rede para além da zona de influência de dois ou três autores. Ler e selecionar esses artigos à mão – como se diz no jargão –, a partir de um banco de dados vultoso como o meu, parecia impossível. Construí, assim, um procedimento de filtragem quantitativa, semiautomatizado, cujo intuito era tornar factível a tarefa de selecionar os artigos que me interessavam para a composição do *corpus*.

Como meu banco de dados, além de informatizado, estava tabelado, idealizei a filtragem a partir das ferramentas de depuração e seleção disponíveis no próprio *software* de leitura da tabela – em meu caso, o *Microsoft Excel*. Seu intuito seria separar os artigos que abordavam a rede a partir de uma perspectiva que interessava à pesquisa, promovendo uma redução drástica no quadro de publicações representadas no banco. Artigos que abordavam, por exemplo, o treinamento de inteligências artificiais por meio de *redes neurais* [*neural networks*], embora interessantes, não estava no escopo de minha investigação. O desafio era, então, modular essa separação, para não “cortar” muito, nem pouco. Partindo da bem-sucedida formação do banco que utilizara a busca por termo, aventei o uso de um procedimento similar à filtragem. Para tanto, escolher os termos de filtragem seria essencial. Escolher é, todavia, colocar uns em detrimento e outros e, por conseguinte, toda escolha é sempre arbitrária. Como eu poderia, pois, fazer uma escolha que, mesmo arbitrária, fizesse sentido e pudesse ser academicamente justificada?

Dado meu envolvimento profundo com a quantificação evocada nos artigos que estava investigando, ocorreu-me uma ideia. Embora não estivesse plenamente familiarizado a metodologias de análise quantitativa, sabia de sua existência e tinha em minhas mãos um robusto banco de dados. Eu poderia obter, por meio da aplicação desses métodos no próprio material, indícios que embasassem minhas escolhas. Apliquei, assim, alguns deles de forma rudimentar em meu banco, como a análise bibliométrica e a modelagem em tópico, com a esperança de encontrar alguma evidência que me

ajudasse na seleção do *corpus*. Embora muitos resultados tenham sido gerados por esses métodos, poucos pareciam significantes ao meu propósito. Repassando pela enésima vez esses resultados, deparei-me com uma tabela que inspirou certo potencial. Tratava-se da lista de contagem de palavras dos resumos¹⁰. De posse desses dados e consciente do uso que teria para eles iniciei, na prática, a filtragem.

Em síntese, a chamada “primeira filtragem” consistiu no processo semiautomatizado de seleção, a partir do banco de dados inicialmente constituído, de artigos em cujos resumos estavam contidos termos específicos, previamente definidos e relacionados ao recorte escolhido. Seu objetivo era delinear de forma ampla o campo no entrono das redes, incorporando à seleção as publicações que eu já sabia importantes, sem ignorar a possibilidade de surgimento de outras novas. Os termos específicos de busca, abaixo listados, foram definidos com o intuito de extrair do conjunto global de artigos três diferentes cepas de publicação relacionadas ao campo da análise de rede. A primeira dessas cepas seria conformada pela bibliografia diretamente ligada aos modelos de Barabási e Albert e de Watts e Strogatz. A segunda, por artigos que, por meio de outros eventuais modelos de rede, aproximam fenômenos naturais e técnicos aos fenômenos sociais. Por fim, a terceira seria constituída por artigos que fazem uso de termos relacionados ao mundo social, especialmente relacionados à economia e ao mercado.

Tabela 1 – Classificação de termos mobilizados na filtragem do corpus.

Termos predefinidos	
Primeira cepa	scale-free; scale free; small-word; small word; internet; power-law; power law
Segunda cepa	network topolog*; networks topolog*; complex network*; social; societ*
Terceira cepa	robustness; competition; flexib*; efficienc*; collaboration; richness; stability; wealth

A escolha pelos termos acima discriminados justifica-se pelos seguintes argumentos. O primeiro conjunto, destinado a caracterizar e capturar artigos da primeira cepa, reúne termos que, segundo a literatura (Freeman, 2011), o mapeamento prévio e a pesquisa de campo, estão diretamente

¹⁰ A contagem de palavras surgiu como etapa da modelagem em tópico em R. O prompt faz a contagem das palavras mais usadas em determinado campo – no caso, a coluna “resumo” – “limpando” o texto das, chamadas, *stopwords* – termos recorrentes da linguagem, como artigos, preposições etc. Prompts, assim como as planilhas de filtragem, poderão futuramente ser consultados no repositório da Unicamp.

relacionados aos modelos de rede “livre-de-escala”, definido por Barabási e Albert (1999), e “mundo-pequeno”, definido por Watts e Strogatz (1998). O segundo conjunto, reúne termos amplos relacionados à análise de redes, também encontrados no mapeamento prévio e na pesquisa de campo, mas, que não se relacionavam necessariamente aos modelos definidos pelos autores acima mencionados. Finalmente, o terceiro conjunto reúne termos extraídos da lista de contagem de palavras, que apresentavam alta recorrência e, simultaneamente, evocavam práticas, comportamentos, valores ou ideias do mundo social. Era difícil supor que tipo de material seria selecionado a partir desse conjunto, contudo a mera recorrência de uso desses termos nos resumos inspirava curiosidade acerca de sua mobilização no contexto da análise de rede.

Aplicada a filtragem, cheguei a uma amostra com 655 publicações. Embora o resultado ainda exibisse um número expressivo, a filtragem fora capaz de reduzir em cerca de 70% o escopo de busca pelo *corpus* – abrindo espaço para procedimentos *artesanais* de seleção. Visando afunilar ainda mais a amostra, operacionalizei a “segunda filtragem” – dessa vez, *fatto a mano*. Empreendi a leitura dos 655 resumos, relacionando-os aos autores, palavras-chave, número de citações e outros dados contidos na tabela. Selecionei, a partir desse segundo processo, um total de 226 publicações, representando 35% da amostra conformada pela primeira filtragem. Apesar de extenuante, o contato direto com o material, promovido pela segunda filtragem permitiu-me, circunscrever, com certo controle, os limites de meu objeto. Havia, de fato, uma quantidade expressiva de publicações científicas que mobilizavam a rede para estabelecer análises e interpretações sobre fenômenos naturais, sociais e técnicos – muitas vezes aproximando-os por meio de comparações diretas ou analogias. Bastava agora *lapidar* um pouco mais essa amostra, para se chegar a um conjunto de artigos que manifestassem essa aproximação da forma mais evidente possível.

Conforme eu tomava nas mãos meu material, manipulando-o, eu também ia constituindo meu objeto, ganhando domínio sobre ele. Cada etapa do processo de seleção dos materiais fazia com que eu percebesse nuances, invisíveis quando iniciei minha investigação. Não à toa, empreguei a metáfora da lapidação: eu tinha nas mãos uma “coisa” bruta, aparentemente valiosa, e ao delinear e polir seus contornos, tornava evidente seu brilho. Durante a segunda filtragem, vi surgir, à medida em que lia os resumos, um padrão nos dados. As publicações que teciam análises usando redes podiam ser separadas em dois tipos. Uma parte delas, caracterizada como teórico-abstratas, centrava-se na demonstração de um modelo matemático que poderia ser aplicado a dados empíricos variados. Tais dados, geralmente, adivinham da quantificação de diferentes redes: naturais, sociais ou técnicas. Outra parte, caracterizada

como empírico-aplicadas, concentrava-se na aplicação de um ou mais modelos matemáticos prontos em um objeto específico, seja ele referenciado no mundo natural, social ou técnico. De modo geral, essas outras publicações buscavam confirmar hipóteses ou aperfeiçoar resultados já traçados pela literatura, repercutindo e ampliando o campo da análise de rede. Esse padrão, embora insurgente, não era completamente nítido naquele momento. Conseguia observar apenas sua faceta mais evidente: havia, por um lado, artigos mais propensos a “misturar” redes de origens diversas; e havia, por outro, artigos focados modelar redes específicas, fossem elas naturais, sociais ou técnicas.

Assim, à medida que separava os 226 artigos da amostra de 665, fui discriminando-os em três categorias relacionadas aos padrões ora identificados. A primeira categoria reunia as publicações que eu considerava *simetrizar* fenômenos tecno-sociais e naturais, representando aquelas que “misturavam” objetos advindos de diferentes origens fáticas para criar modelos matemáticos genéricos. A segunda categoria agregava publicações que aplicavam tais modelos, de forma exclusiva ou preferencial, a fenômenos circunscritos ao mundo natural, como genes, proteínas, neurônios, cadeias tróficas etc. A terceira, de modo similar a segunda, coligia publicações que modelavam fenômenos do mundo tecno-social, como amizade, colaboração e comunicação entre agentes humanos, redes de citações entre autores, funcionamento de escalas globais de produção logística etc. Finda a segunda filtragem, possuía não apenas 225 publicações selecionadas, mas o esboço de um *corpus*, já relativamente caracterizado, composto por três categorias: artigos de *simetrização*, artigos de *modelagem do natural* e artigos de *modelagem do tecno-social*. Cada uma possuía dentro do conjunto global, respectivamente, 95, 69 e 61 artigos.

Como os resultados ainda eram bastante expressivos, operacionalizei ainda uma “terceira filtragem” que teve por objetivo selecionar, de modo proporcional à amostra que tinha em mãos, as publicações mais lapidares ou típicas, isto é, aquelas que expressavam, de modo mais evidente, as características das categorias ora apontadas. O procedimento dessa filtragem foi, assim, discriminar, por meio da análise comparada do material já organizado por categoria, entorno de 25% dos artigos contidos em cada uma delas. Assim, cheguei ao *corpus* composto por 50 publicações que compôs o material revisado sistematicamente nesta pesquisa, tentando demonstrar em que medida e de que maneira a rede da análise de rede aproxima o mundo social e o mundo natural.

Meu novo entendimento sobre o problema, o objeto, os materiais e o método de pesquisa foram, ao contrário do que aparenta a narrativa linear até aqui exposta, se constituindo de forma contingente e descontinuada à medida em que avançava pelos descaminhos da pesquisa. Em paralelo à mudança de perspectiva acerca do meu objeto e do meu material, acima descrita, houve ainda uma

transformação subliminar na forma de olhar meus próprios pressupostos de pesquisa. Confesso que, inicialmente, estava contaminado pela leitura de Linton Freeman sobre a análise de rede promovida por cientistas naturais. Eles teriam desvirtuado “*nosso*” trabalho, quantificando, sem nenhum cuidado em observar a literatura antecedente, as redes que os cientistas sociais teriam inventado – e, tirando delas, conclusões que jamais um sociólogo ou um antropólogo tiraria. Esse enviesamento do olhar, que marca um primeiro momento da pesquisa, fora, porém, transformado a partir de uma contingência: o contato direto com os cientistas que produziam análises de rede.

Durante o período em que realizava as modificações em meu *corpus*, relatadas nesta seção, embarquei para meu estágio doutoral, de tipo sanduíche, na *Virginia Polytechnic Institute and State University*, ou simplesmente *Virginia Tech*, localizada na cidade de Blacksburg, Viríginia, nos Estados Unidos. Uma vez ingresso no sistema acadêmico norte-americano e geograficamente mais próximo dos centros de produção científica nos quais atuavam os autores que eu estudava, aventei a possibilidade de inquiri-los pessoalmente – e não apenas por meio de suas publicações – sobre as aproximações que faziam entre o mundo social e o mundo natural. Decidi, assim, adicionar ao meu rol de metodologias duas novas – e inéditas em meu ferramentário de cientista social: a entrevista e a pesquisa de campo.

4. SOBRE A PESQUISA DE CAMPO E AS ENTREVISTAS

Quando cheguei aos Estados Unidos, em meados de novembro de 2023, estava vivendo o auge do esfacelamento de minhas certezas de pesquisa. O recorte de meu objeto estava mais ou menos definido, porém incertezas cercavam meus materiais – como relatado anteriormente. Não estaria forçando-os a evidenciar apenas o que eu queria ver? Minhas pré-noções não estavam nublando meu olhar sobre as evidências? Não estaria pressupondo uma intencionalidade quase maléfica na produção dos cientistas que estava estudando? De certa forma, minha ida para o exterior buscava respostas para essas inquietações. O projeto que enviei para concorrer ao edital de bolsas de internacionalização promovido pela CAPES¹¹ previa a realização de uma breve pesquisa de campo a ser realizada no *Center for Complex Network Research at Northeastern University*, ou *BarabasiLab*, sediado em Boston,

¹¹ Programa Institucional de Internacionalização (CAPES/PrInt), edital de seleção interno. https://www.ifch.unicamp.br/pf-ifch/public-files/pos-graduacao/edital-resultado/resultado_diferenca_e_diversidade_11.pdf

Massachusetts, além de entrevistas com autores que eu, até então, considerava fundamentais à análise de redes. Trata-se de uma inclusão aos materiais e métodos inicialmente elencados pelo projeto, cujo intuito era dirimir meu incomodo em relação à incongruência, ora relatada, entre minhas pré-noções e o material de pesquisa.

Uma das primeiras atividades na universidade estrangeira que me recebeu, foi escrever, a partir de meu novo *e-mail* institucional, para Barabási, Albert, Watts e Strogatz solicitando uma entrevista, de preferência presencial, na qual pudesse conhecer um pouco mais da pesquisa – e, por conseguinte, do laboratório – em que atuavam. Recebi resposta de todos. Watts, polidamente, negou, afirmando excesso de trabalho. Albert aceitou o convite para uma entrevista virtual, depois de uma primeira negativa. Barabási e Strogatz aceitaram-no prontamente, com a ressalva deste último em conceder-me, apenas, uma entrevista virtual. Dei início, pois, aos trâmites burocráticos, visando submeter as entrevistas à aprovação dos comitês de ética responsáveis.

Para além dos labirínticos caminhos da burocracia acadêmica contemporânea, descobri que estava em um limbo jurisdicional. Como não era aluno matriculado da *Virginia Tech*, mas, pesquisador visitante, a submissão de meu projeto às câmaras de validação éticas da universidade era-me vetada. Em relação ao comitê de ética em pesquisa brasileiro, foi-me esclarecido que apenas entrevistas realizadas em território nacional necessitavam aprovação. Assim, retornei aos pesquisadores que aceitaram o convite com um simples termo de consentimento livre e esclarecido, descrevendo as finalidades acadêmicas daquela interlocução, um breve panorama de meu projeto pesquisa e o roteiro da entrevista – além de uma proposta de data para a entrevista. Albert não mais respondeu; Barabási e Strogatz, além do termo assinado, enviaram-me, na resposta, sua disponibilidade de agenda para o início da primavera, quando se reiniciaria o semestre acadêmico.

Em abril de 2024 parti para minhas atividades de campo em um trem saído da estação de Roanoke, Virginia. Iria, primeiramente, para Boston, onde passaria cinco dias. Tinha a entrevista com Barabási agendada, porém a visita ao laboratório era incerta. O alongamento da estadia justificava-se pela esperança de conseguir fazer, nos dias subsequentes ao meu encontro com o cientista, uma visita a seu laboratório. Dali iria para Nova Iorque. Escreveria, então, para Strogatz dizendo que estava “de passagem” pelas redondezas da *Columbia University*, onde ele lecionava, esperando converter a entrevista virtual agendada em presencial. Por fim, tomaria um voo para Mineápolis, Minnesota, para acompanhar, enquanto observador, a *Conference on Network Science and Economics*. Ao fim dessa jornada, ao retornar a Roanoke, meu olhar sobre minha pesquisa havia mudado. Aliás, até a maneira de nomear

meu objeto tornou-se distinta. Para destacar a rede que eu queria estudar do amplo espectro das análises de rede e, respeitando os termos nativos dos próprios cientistas que nele se incluíam, passei a referir-me a ele como os *modelos de rede da ciência de rede* – ou, simplesmente, *a rede da ciência de rede*.

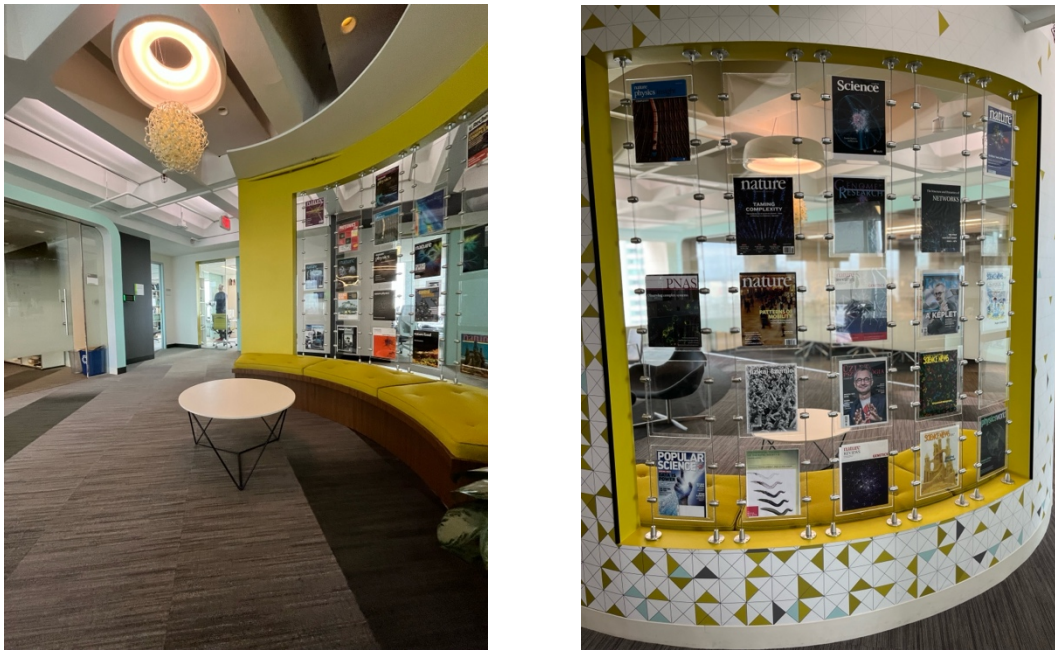
Travar contato direto e próximo com cientistas que eu antes apenas conhecia mediados por suas obras, trouxe nuances para meu olhar sobre o objeto e sobre minha própria prática científica. Não à toa, foi exatamente depois desse contato que decidi reformular meu *corpus*. Encarar figuras científicas renomadas, face a face, e inquiri-las sobre suas escolhas de pesquisa, fez-me refletir sobre as minhas próprias. Talvez, de modo inconsciente, temia ser mal interpretado por aquelas pessoas que eu havia interagido e, em certa medida, simpatizado. Assim como me coloquei no lugar delas, esforcei-me para ouvi-las com ouvidos e mente abertos, atento aos seus pontos de vista, sem perder os meus próprios; gostaria que eles, caso um dia lessem meu trabalho, pudessem – se não concordar com minha análise – respeitá-la enquanto um esforço científico. Penso que essa virada de pensamento, pode ser captada no relato de campo, produzido no dia seguinte a entrevista com Barabási e reproduzido abaixo.

Estou sentado em um bar de Boston. Um senhor, acompanhado de sua esposa, me pagara um pint em retribuição por uma foto que tirei na porta. *Unicorn Oyster House*, o mais antigo da América, eles dizem. Um lugar bastante pitoresco. Estou tomando uma *Samuel Adam Boston Brick Red*. Disseram que é uma cerveja sazonal, só vendida na cidade. Havia uma outra opção, exclusiva desse bar. Como disse, um lugar pitoresco. Estou cansado, mas sinto uma vontade quase desesperada de escrever. Hoje o clima esteve uma merda, mas era minha oportunidade de conhecer a cidade. Andei por mais de cinco quilômetros traçando uma tal de *Freedom Trail*. Trilha da Liberdade – em português soa melhor. Estar sozinho no mundo tem seus momentos de beleza e hoje tive um deles. Ontem estive todo dia tenso enquanto me preparava para a entrevista. Sentia que aquele seria o clímax de minha estada aqui. Sentia, e de verdade ainda sinto, o peso dela sobre meus ombros. Embora ainda não tenha me dado conta da magnitude de tudo, estou esperançoso. Tudo há de dar certo. Estou na metade do copo e a vontade de finalizar esse relato hesita. Mas como poderia, se nem comeci a dizer o que sinto? Encaro mais um e continuo? Volto para casa para carregar meu celular que está às voltas de acabar a bateria? Não sei, ainda. A entrevista ontem foi muito impactante. Barabási realmente se sente e se vê como muito maior do que é. Talvez ele esteja certo, talvez eu esteja errado. O tempo dirá. Há algo que sinto no ar aqui nos Estados Unidos. A história é feita de homens muitas vezes ordinários. Em Boston, isso é premente. Todo o culto a Paul Revere é tocante. Poderia ser qualquer um de nós, com um pouco de coragem e uma pitada de sorte de estar no lugar e na hora exata da História, com H maiúsculo. Ou não, pois não seria História se estas pessoas ordinárias não estivessem lá. Barabási é um pouco esse homem ordinário, que sabe aproveitar as oportunidades da vida. Mas também há nele uma espécie de arrogância sutil, como se guardasse uma verdade profunda dentro de si, esperando que alguém faça um olhar de interrogação como quem diz: "O que mais?". Para que ele, então, coroado em sua glória nos brinde com uma obviedade, mais ou menos esclarecida. Não digo ter a arrogância de pensar que sei de tudo, principalmente no que concerne à parte matemática. Preciso fundamentar melhor toda essa diferenciação entre funções e gráficos. Qual a diferença entre uma "*bell curve*" e uma "*Poisson distribution*"? Por que elas pertencem a uma outra família de funções, diferente da "*power law*"? Talvez volte para casa e ainda trabalhe um pouco mais. Preciso me preparar para o campo de amanhã. Controlar o processo ou deixar fluir? Gosto de pensar que estou no meio do caminho, embora as pessoas creiam que eu tenho mais controle do que verdadeiramente possuo – e eu menos do que deveria. Não tenho o instinto de

pesquisador, de sair falando com as pessoas sem temer. Pelo contrário, sempre me coloco no meu lugar, esperando o momento certo de falar. Não ter instinto de pesquisador não significa, porém, que eu não tenho intuição. Isso tenho bastante. De alguma maneira, tenho facilidade em ler as pessoas e as relações, as linhas invisíveis que nos conectam e que Barabási insiste em querer metrificar, quantificar. Colocar-me em seu lugar, sem esquecer do meu próprio. Estou no meu segundo copo e me vem uma raiva absurda contra ele. Como pode ser tão limitado? Os físicos “*don't care about sociology*”? Pois deveriam. Ele realmente acredita que descobriu uma verdade profunda sobre o mundo, e talvez realmente o tenha. Mas de nenhum modo ele enxerga que, por mais profunda que seja essa verdade, ela ainda é parcial. Enxergar que tudo que nos move é uma eterna competição – como isso pode estar junto das leis universais da gravitação? A questão é que, de um modo ou de outro, elas estão juntas em sua universalidade relativa. Funcionam? Sim, funcionam, mas não dizem tudo para sempre. As leis newtonianas regeram o mundo com perfeição até Einstein. Se não se pode mudar os fatos, as condições para que eles possam ser enxergados estão ao tempo todo mudando. A eterna sanha por padrões. Talvez essa seja a verdadeira ciência: tentar encontrar padrões, ou seja, tentar encontrar o que somos nesse infinito mar de aleatoriedade e desordem que é o Universo. Eu também tento encontrar ordem, embora saiba que a desordem sempre prevalece. Ordens são lindas construções humanas, mas também estão na natureza. Os bichos, as plantas, a vida sabem extraí-la a seu modo. Há uma compreensão profunda nas árvores que fazem cair suas folhas durante o inverno. Nós sabemos compreender essa ordem do nosso jeito, pensando, às vezes sentindo. Estabeleço ordens, relações, mas sei que elas são parciais, pois o todo é inacessível. Sei que as minhas conexões são mentais, não um fato acabado. Fui eu quem as constituiu, não a natureza. Queria que os cientistas, de algum modo, sentissem essa impotência. Ainda que por um momento. Sentissem não, pois sempre sentem. Queria que admitissem, ao menos uma vez. Boston, 11 de abril de 2024.

Para além de devaneios literários – frequente em muitos cadernos de campo –, o relato revela dois movimentos concomitantes. Por um lado, há um processo de humanização dos cientistas cujas teses tomo como objetos de investigação; por outro, uma tomada de consciência acerca das limitações que cercavam minha própria investigação. Conhecer Barabási pessoalmente, vê-lo apenas calçado com suas meias vermelhas, senti-lo agitado e, em certa medida, incomodado com minhas perguntas, interrompendo-as vez ou outra com seu marcante sotaque do leste europeu, fez com que eu o visse de uma outra forma – mais próxima, com coleguismo até. Ele não era um vilão de filme de herói, alguém com intenções ocultas e malévolas. Ele era um homem de meia-idade, *self made*, imigrante, alto, um pouco intimidador e fechado, mas gentil. Alguém que tinha suas convicções teóricas muito bem fundamentadas e uma curiosidade obsessiva pela descoberta. Identifiquei-me com ele em muitos aspectos. Reconheci, porém, diferenças entre nós. Barabási produzia sua ciência em um belo laboratório no centro de Boston – uma cidade gélida, envolta pelas brumas do *Tea Party* e seus *pais fundadores* – cercado de recursos, localizado em um andar inteiro de um dos prédios da *Northeastern University*. Sua produção, para além de números e pretensas verdades, carregava ambições e certo culto personalista, reveladas na parede do laboratório decorada com versões impressas de revistas científicas que estampavam seu nome e seu rosto. Havia um *homem* por trás das redes – e isso me parecia fundamental para compreendê-las.

Figura 2 - Frente e verso da parede com revistas científicas relacionadas a produção de Barabási sobre redes. Fotografia realizada pelo autor durante visita ao *BarabasiLab* em 10 de abril de 2024.



Cada contato com novos pesquisadores e pesquisadoras que trabalhavam com a ciência de rede ampliava minha percepção sobre o objeto. A rede criada por esses cientistas como ferramenta metodológica de análise possuía uma ambiguidade intrínseca. Por um lado, ela era um esforço matemático de sistematização, fruto de um trabalho complexo, técnico e objetivo. Por outro, a rede revelava uma maneira de ver o mundo, uma vontade subjetiva de esquadrihá-lo e interpretá-lo. Na manhã seguinte ao relato, conversando com os alunos de Barabási em seu laboratório, ou mesmo dias depois, durante a entrevista concedida por Strogatz, percebi que, embora díspar, essa ambiguidade do meu objeto era inseparável. Não dava para deduzir a parte objetiva da rede, de sua parte subjetiva. Ela era as duas coisas ao mesmo tempo, um modelo científico e uma construção social, um método e uma ficção. Havia *nuances* no *fazer científico* da ciência de rede. Essa percepção fez com que eu pudesse, de forma espelhar, refletir sobre minha própria pesquisa.

Percebi que a melhor maneira de encarar a ciência de rede era levar a sério seus pontos de vista, buscando entender e respeitando cada conceito, cada fórmula. Não conseguiria, porém, abarcar o todo. Havia, primeiramente, um limiar de minha própria compreensão sobre o assunto. Eu não era físico, nem matemático. Porém, vislumbrava obter um entendimento tateante, caso me esforçasse para compreender seus enunciados. Ademais, percebi que minha tese não deveria se preocupar em

estabelecer uma grande teoria, sociologicamente generalizável, sobre como a Ciência – com C maiúsculo – opera. A partir de minha pesquisa, construída a partir de um objeto específico, eu poderia tentar contar, não como se dá de forma genérica a infiltração de pressupostos sociais na produção científica, mas como a rede da ciência de rede opera certo padrão de aproximação entre o mundo social e o mundo natural. Mas como fazê-lo?

Durante minha pesquisa de campo, vi-me, muitas vezes, mobilizando, sem muito apego à ortodoxia conceitual, o termo *arqueologia* para descrever o que estava fazendo. Havia travado recentemente contato com *As palavras e as coisas*, de Michel Foucault (1999), e estava fascinado pelo modo como o autor francês reconstituía, a partir de fragmentos históricos, a evolução do conjunto de regras que balizam a forma de conhecer, que o autor chama de *episteme*. Assim, quando meus interlocutores perguntavam sobre o que versava minha pesquisa, respondia, quase sempre, que estava fazendo uma *arqueologia* da ciência de rede. A polissemia do termo, permitia um entendimento metafórico, por parte dos interlocutores, acerca de meu trabalho, mas também omitia um certo direcionamento categorial, que vai muito além de “escavar” artefatos científicos para se deduzir deles uma história.

Entendo, no atual estado de coisas, temerário afirmar que meu trabalho faça, nos termos estritos da gramática foucaultiana, uma arqueologia da ciência de rede. Há, porém, ressonâncias entre o método aplicado por Foucault (1999) para compreender a formação da episteme das ciências humanas e aquele que mobilizei em minha investigação. A partir do conjunto de materiais, coletado por ferramentas metodológicas diversas que vão do *corpus* à pesquisa de campo, passando pelas entrevistas e pelas análises quantitativas, proponho descrever e analisar as regularidades que conformam um modo de conhecer o mundo baseado na rede. Mais do que traçar a história de um campo científico, busco entender sua forma de pensar, sua episteme e sua atuação no mundo, para além da ciência. Para tanto, organizarei minha exposição, tomando como material pivotante da análise os artigos científicos reunidos no *corpus*. A partir de sua cronologia, busco observar a ascensão da rede como enquadramento ubíquo na interpretação de fenômenos sociotécnicos e naturais. Embora centrada no *corpus*, tal exposição não se limita a ele e remonta o arcabouço teórico e social que circunda e permeia suas publicações. Talvez outros pesquisadores organizassem o material de outra forma ou chegassem a outras conclusões. O que segue é uma leitura possível sobre a rede da ciência de rede, que não pretende ser única ou verdadeira, mas, simplesmente, passível de ser levada em consideração – por “nós” e por “eles”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARABÁSI, Albert-László; ALBERT, Réka. Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, v. 286, n. 5439, p. 509–512, 15 out. 1999.

CSERMELY, Peter. Creative elements: network-based predictions of active centres in proteins and cellular and social networks. *Trends in Biochemical Sciences*, v. 33, n. 12, p. 569–576, 1 dez. 2008.

DURKHEIM, Émile. *As regras do método sociológico*. Tradução de Paulo Neves. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

DURKHEIM, Émile. *As formas elementares da vida religiosa: o sistema totêmico na Austrália*. Tradução de Rafael Faraco Benthien e Raquel Andrade Weiss. São Paulo: Edipro, 2021.

FERREIRA, Pedro P. SO154-A – Tópicos Especiais em Ambiente e Tecnologia II: rede e poder: programa de disciplina. Campinas: IFCH/Unicamp, 2018. Disponível em: <https://www.ifch.unicamp.br/pf-ifch/ementa/67952/so154a.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2026.

FERREIRA, Pedro P. A vida eletrônica da perspectiva dos processos tecnicamente mediados de associação. Gravação da Prova Didática do Concurso para obtenção de Título de Livre Docente na área de “Mudanças Sociais: Questões em Ambiente e Tecnologia”, na disciplina “HZ059 – Sociologia da Tecnologia”, do Departamento de Sociologia (DS) do IFCH/Unicamp. 2024. Acessível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xoPmRYITm-Y>

FOUCAULT, Michel. *As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas*. Tradução de Salma Tannus Muchail. 8. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

FREEMAN, Linton C. The Development of Social Network Analysis; with an Emphasis on Recent Events. In: *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*. [S.l.]: SAGE Publications Ltd, 2014. p. 26–39.

GARCIA DOS SANTOS, Laymert. *Às voltas com Lautréamont*. São Paulo: n-1, 2019

GOULD, Stephen Jay. *A falsa medida do homem*. Tradução de Valter Lellis Siqueira. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2014.

GRANOVETTER, Mark S. The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, v. 78, n. 6, p. 1360–1380, maio 1973.

LATOUR, Bruno. Por que a crítica perdeu a força? De questões de fato a questões de interesse. *O que nos faz pensar*, v. 29, n. 46, p. 173–204, 15 jul. 2020.

LEPENIES, Wolf. *As três culturas*. São Paulo: Edusp, 1996.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS DA PESQUISA: O conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo não está disponível ao público. Futuramente, tal conjunto de dados deverá ser disponibilizado por meio do repositório institucional da Unicamp.

FINANCIAMENTO: O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq).

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE: O autor declara não haver conflitos de interesse.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: Durante a preparação deste manuscrito, o autor contou com a assistência do software *Gemini 3.6 Thinking* para traduções, geração de prompts para o software R e para estabelecer entendimentos sobre temas estranhos a sua formação enquanto cientista social, sobretudo de ordem matemática. O autor revisou criticamente todo o conteúdo gerado e assume total responsabilidade pública pela precisão, integridade e originalidade do manuscrito final.

MINIBIOGRAFIA: Fabiano Galletti Faleiros é bacharel e mestre em Sociologia pela Universidade Estadual de Campinas e, atualmente, estudante de doutorado no Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da mesma universidade. Trabalha com temas relacionados à ciência, tecnologia e ficção.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.